



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: F 28 F

1/40

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

627 263

21 Gesuchsnummer: 1686/78

73 Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

22 Anmeldungsdatum: 16.02.1978

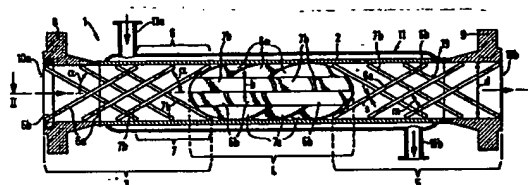
24 Patent erteilt: 31.12.1981

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.12.1981

72 Erfinder:
Friedrich Grosz-Röll, Zürich
Dr. Gerhard Schütz, Winterthur
Felix Streiff, Winterthur

54 Mit Einbauten versehener Strömungskanal für ein an einem indirekten Austausch, insbesondere Wärmeaustausch, beteiligtes Medium.

57 Der Strömungskanal (2) ist mit Einbauten (3, 4, 5) versehen, welche eine verbesserte Wärmeübertragungsleistung bei reduzierten Druckverlusten und relativ kleiner Gesamtoberfläche ermöglichen. Der Strömungskanal (2) kann auch für andere Austauschverfahren, wie z.B. Osmose-, Gegenosmose- und Ultrafiltration-Verfahren angewendet werden. In diesem Fall besteht die Kanalwandung aus einem semipermeablen Material, während die Kanalwandung bei Anwendung auf Wärmeübertrager aus einem undurchlässigen Material besteht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Mit Einbauten versehener Strömungskanal für ein an einem indirekten Austausch, insbesondere Wärmeaustausch, beteiligtes Medium, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbauten aus mindestens zwei Gruppen von Stegen bestehen, dass die Stege innerhalb einer jeden Gruppe im wesentlichen parallel gerichtet und gegenüber der Kanalachse geneigt angeordnet sind, wobei sich die Stege der einen Gruppe mit den Stegen der anderen Gruppe kreuzen, dass mindestens ein Teil der Stege an den Kreuzungsstellen miteinander verbunden ist und dass weiterhin das Verhältnis der Stegbreite (b) zum Durchmesser (d) des Kanals 0,08–0,5 und das Verhältnis des Stegabstandes (m) in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser (d) 0,38–0,9 ist.

2. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Stegbreite (b) zum Durchmesser (d) des Kanals 0,08–0,33 beträgt.

3. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Steg der einen Gruppe mindestens zwei Stege der anderen Gruppe kreuzt, wobei die Kreuzungsstellen fest miteinander verbunden sind.

4. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich jeweils die Stege der einzelnen Gruppen kreuzen und mit der Kanalachse einen Winkel (α) von 20–50° einschließen.

5. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Stegbreite (b) zum Kanaldurchmesser (d) 0,25 und das Verhältnis des Stegabstandes (m) in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser (d) 0,64 beträgt.

6. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegdicke (s) 1–4 mm beträgt.

7. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanaldurchmesser 10–200 mm beträgt.

8. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Einbauten im Kanal hintereinander angeordnet sind, wobei die aneinandergrenzenden Einbauten bezüglich der Kanalachse um einen Winkel von vorzugsweise 90° gegeneinander verschwenkt sind.

9. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalwandung aus einem undurchlässigen Material besteht.

10. Strömungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalwandung aus einem semipermeablen Material besteht.

Die Erfindung betrifft einen mit Einbauten versehenen Strömungskanal für ein an einem indirekten Austausch, insbesondere Wärmeaustausch, beteiligtes Medium.

Bekanntlich ist man bestrebt, Wärmeübertrager derart auszubilden, dass eine hohe Wärmeübertragungsleistung von einem ersten auf ein zweites Medium durch eine wärmeübertragende Wand bei geringem Druckverlust erreicht wird.

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung ist es weiterhin bekannt, Massnahmen an denjenigen Stellen im Wärmeübertrager vorzunehmen, an denen der Wärmewiderstand am grössten ist.

Im Falle eines leeren als Rohr ausgebildeten Strömungskanals, welcher von einem zweiten Rohr umgeben ist, hat dieses dazugeführt, dass man zur Erhöhung der Wärmeübertragungsleistung im Strömungskanal Einbauten von verschiedenen geometrischen Formen angewendet hat.

Diese verschiedenen Einbauten haben zu sehr unterschiedlichen Erfolgen geführt;

So ist es bekannt, Röhre beispielsweise mit Rippen oder gewellten mit der Rohrwand verbundenen Metallbändern zu versehen, um die wärmeübertragende Oberfläche der Röhre zu vergrössern.

Zwar kann hierdurch die Wärmeübertragungsleistung vergrössert werden. Jedoch können beispielsweise Ablagerungen von Feststoffteilchen, welche die sich im Wärmeaustausch befindenden Medien mit sich führen, nicht vermieden werden.

Es ist weiterhin bekannt, in leeren Rohren sogenannte Verdrängerkörper anzuordnen. Diese Ausführungsform ist jedoch nur dann wirtschaftlich anwendbar, wenn kleine Durchflussmengen des an der Wärmeübertragung teilnehmenden Mediums vorgegeben sind, und wenn es sich ausserdem um ein reines Medium handelt, da andernfalls die zwischen den Verdrängerkörpern und der Rohrwand bestehenden relativ engen Spalten durch Ablagerungen verstopft werden können.

Ausserdem besitzen alle diese bekannten Einbauten zusammen mit der Rohrwand eine relativ grosse Oberfläche, so dass das Entstehen von erheblichen Druckverlusten unvermeidlich ist.

Der Erfindung liegt demgegenüber für Wärmeübertrager die Aufgabe zugrunde, durch eine geeignete Ausbildung der Einbauten eine hohe Wärmeübertragungsleistung und einen geringen Druckverlust zu erreichen, und zwar derart, dass der Wärmeübertrager auch für Medien mit Feststoffteilen bzw. viskose Medien aus der Kunststoffindustrie, beispielsweise Kunststoffschmelzen, Klebstoffe, Öle, Lebensmittel, wie z. B. Fette, die genannten Eigenschaften aufweist.

Die Strömungsvorgänge in Wärmeübertragern, in welchen viskose Medien der vorstehend genannten Art entweder erwärmt oder gekühlt werden, finden bekanntlich im laminaren und allenfalls im Übergangsbereich zur Turbulenz statt.

Es ist ein besonderes Ziel der Erfindung, gerade für solche Medien eine geeignete Ausbildung von Wärmeübertragern mit den vorstehend beschriebenen Eigenschaften zu ermöglichen. In diesem Fall besteht die Kanalwandung aus einem undurchlässigen Material.

Die Erfindung soll auch solche Vorrichtungen umfassen, bei denen die Kanalwandung aus einem semipermeablen Material besteht. Derartige Vorrichtungen werden beispielsweise für Osmose-, Gegenosmose- oder Ultrafiltration-Verfahren verwendet.

Die Erfindung besteht darin, dass die Einbauten aus mindestens zwei Gruppen von Stegen bestehen, dass die Stege innerhalb einer jeden Gruppe im wesentlichen parallel gerichtet und gegenüber der Kanalachse geneigt angeordnet sind, wobei sich die Stege der einen Gruppe mit den Stegen der anderen Gruppe kreuzen, dass mindestens ein Teil der Stege an den Kreuzungsstellen miteinander verbunden ist und dass weiterhin das Verhältnis der Stegbreite (b) zum Durchmesser (d) des Kanals 0,08–0,5 und das Verhältnis des Stegabstandes (m) in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser (d) 0,38–0,9 ist.

Im ersten Fall ist die Kontur der Stege in ihren Randzonen dem kreisförmigen Querschnitt des Strömungskanals angepasst.

Jede Gruppe besteht aus mehreren in der Längsachse des Kanals parallel hintereinander angeordneten Stegen. Zusätzlich können zu jeweils einem Steg noch mehrere Stege in der gleichen Ebene liegen.

Die Ausführungsform, bei der mehrere Stege in der gleichen Ebene liegen, hat den Vorteil einer leichten Reinigung wie auch einer äusserst einfachen Herstellung. Durch die angegebenen Bemessungsvorschriften bezüglich des Verhältnisses der Stegbreite b zum Durchmesser d des Kanals sowie des Verhältnisses des Stegabstandes m in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser d ist die Struktur der einbauten bestimmt. So sagt die Aussage $\frac{b}{d} = 0,5$ aus, dass über den gleichen Querschnitt im Kanal zwei

Stege angeordnet sind, während bei $\frac{b}{d} = 0,08$ 12 Stege angeordnet sind.

Durch das Verhältnis des Stegabstandes m in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser d ist im Strömungskanal die Stegdichte in

Richtung der Kanalachse bestimmt und damit die gesamte Stegoberfläche.

Unter dem Abstand m zwischen je zwei in Richtung der Kanalachse hintereinander parallel angeordneten Stegen einer Gruppe wird der senkrechte Abstand zwischen den Stegebenen verstanden.

Wie experimentell ermittelt wurde, können mit einer Vorrichtung mit den erfindungsgemässen Merkmalen und Abmessungen der Einbauten die Druckverluste im Strömungskanal wesentlich reduziert und bei Anwendung auf einen Wärmeübertrager kann die Wärmeübertragungsleistung beträchtlich erhöht werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass das Verhältnis der Stegbreite b zum Kanaldurchmesser d 0,25 und das Verhältnis des Stegabstandes m in jeder Gruppe zum Kanaldurchmesser d 0,64 beträgt. Hierbei sind in jedem Bereich des Strömungskanals jeweils vier Stege angeordnet. Bei dieser Ausführungsform wird eine Wärmeübertragungsleistung mit minimaler Gesamtoberfläche und kleinen Druckverlusten erreicht.

Es ist weiterhin vorteilhaft, die Einbauten so auszubilden, dass sich die Stege der einzelnen Gruppen kreuzen und gegen die Kanalachse einen Winkel α mit entgegengesetztem Vorzeichen von 20° – 50° , insbesondere 30° , einschliessen.

Dieser Winkelbereich ist bezüglich der Wärmeübertragung und Druckverluste äusserst günstig, wie experimentell nachgewiesen werden kann.

Vorteilhaft sind in dem bzw. in den Strömungskanälen eines Wärmeübertragers mindestens zwei Einbauten hintereinander angeordnet, wobei die aneinandergrenzenden Einbauten bezüglich der Kanalachse um einen Winkel von vorzugsweise 90° gegeneinander verschwenkt sind. Hierdurch kann im bzw. in den Kanälen eine ausgezeichnete Quervermischung des Mediums erreicht werden.

Die aus dem Kanalinnern an die Kanalwand mit Hilfe der erfindungsgemäss angewendeten Einbauten geführten Medienteilchen zerstören ständig die sich an der Kanalwand befindende Grenzschicht, so dass ständig aus dem Kanalinnern neue Teilchen mit der Kanalwand in Berührung kommen und über den Querschnitt des Kanals ein gleichmässiges Temperaturniveau erreicht werden kann.

Zwar soll die Erfindung auch solche Strömungskanäle umfassen, bei denen die Kanalauswand durch Umgebungsluft gekühlt bzw. erwärmt wird. Jedoch besteht eine vorteilhafte Anwendungsform der Erfindung darin, dass der Kanal bzw. mehrere Kanäle im Innern eines Kanalmantelraumes angeordnet sind, wobei der Kanalmantel von dem ersten Medium durchströmt ist.

Ein Wärmeübertrager kann insbesondere die folgenden wesentlichen Vorteile aufweisen:

- a) ein günstiges Verhältnis von Wärmeübertragungsleistung zum Druckabfall;
- b) eine kurze Verweilzeit und ein enges Verweilzeitspektrum des zu erwärmenden bzw. zu kühlenden Mediums aufgrund der Reduktion des Wärmeaustauschvolumens gegenüber bekannten Einbauten und damit eine schonende Behandlung des Mediums;
- c) ein einfacher Ein- und Ausbau der Einbauten im Strömungskanal, eine feste Verbindung, beispielsweise durch Lötung oder Verschweissung mit der Kanalinnenwand ist nicht unbedingt erforderlich;
- d) eine minimale Gesamtoberfläche;
- e) einen relativ geringen Platzbedarf des Wärmeübertragers aufgrund der erhöhten Wärmeübertragungsleistung.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten und im folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt in einem Längsschnitt einen Wärmeübertrager

mit einem Strömungskanal mit Einbauten und ein den Kanal umgebendes Mantelrohr, während

Fig. 2 einen Wärmeübertrager in einem Schnitt längs der Linie II–II der Fig. 1 zeigt;

Fig. 3 ist teils in Ansicht und teils im Längsschnitt ein Wärmeübertrager dargestellt, der mehrere mit Einbauten versehene Strömungskanäle mit einem diese Kanäle umschliessenden Mantelrohr aufweist;

Fig. 4 zeigt analog zu Fig. 1 eine abgewandelte Ausführungsform, bei welcher die Stege treppenartig gegeneinander versetzt sind;

Fig. 5 zeigt entsprechend Fig. 2 eine Darstellung einer solchen Vorrichtung in einem Schnitt längs der Linie V–V;

In den Fig. 6a–6d sind schliesslich verschiedene Ausführungen von Profilen von Stegen im Querschnitt dargestellt.

Der Wärmeübertrager 1 in Fig. 1 weist einen einzigen rohrförmigen Strömungskanal 2 auf, in welchem drei Einbauten 3–5 hintereinander angeordnet sind, wobei die aufeinanderfolgenden Einbauten jeweils um 90° bezüglich der Kanalachse gegeneinander verschwenkt sind. Die Einbauten bestehen im Ausführungsbeispiel aus jeweils zwei Gruppen 6 und 7 mit Stegen 6a, 6b und 7a, 7b, wobei jede Gruppe aus jeweils gegen die Längsachse des Kanals um einen Winkel α geneigte Stege 6a, 6b bzw. 7a, 7b aufweisen, und der Neigungswinkel der Gruppe 6 gegenüber der Gruppe 7 ein entgegengesetztes Vorzeichen aufweist, derart, dass sich die Stege 6a, 6b und 7a, 7b der beiden Gruppen kreuzen. Jede Gruppe besteht ausserdem aus einer Mehrzahl von jeweils in einer Ebene angeordneten parallelen Stegen 6a, 6b bzw. 7a, 7b, wobei jeweils die Stege 6a, 6b durch die Schlitz zwischen den Stegen 7a, 7b und die Stege 7a, 7b durch die Schlitz zwischen den Stegen 6a, 6b kreuzend hindurchreichen.

Die Stegbreiten sind mit dem Bezugszeichen b , der Kanaldurchmesser mit d und die Abstände der Stege zwischen den Gruppen 6 und 7 mit m und der Neigungswinkel der Gruppen 6 und 7 gegen die Kanalachse mit α und die Stegdicke mit s bezeichnet.

Der Strömungskanal 2 weist Flansche 8 und 9 auf. Durch die Eintrittsöffnung 10a tritt in Pfeilrichtung ein zu kühlendes bzw. zu erwärmendes Medium in den Kanal 2 ein und durchsetzt in der eingangs erwähnten Weise die Einbauten 3–5. Das Mantelrohr 11 weist Anschlussstutzen 11a bzw. 11b für die Zu- bzw. Wegführung eines ersten Mediums auf, von welchem auf das Medium im Innenrohr Wärme zu- bzw. weggeführt wird.

In der Fig. 2 sind die Kreuzungs- bzw. Verbindungsstellen der Stege 6a, 6b bzw. 7a, 7b der beiden Gruppen 6 und 7 mit der Bezugssziffer 19 bezeichnet.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform eines Wärmeübertragers stimmt mit Fig. 1 bis darauf überein, dass anstelle eines einzigen Innenrohres mehrere Kanäle 12, die mit Einbauten 13, die analog wie in Fig. 1 ausgebildet sein können und nur schematisch dargestellt sind, in einem von einem ersten Medium durchströmten Mantelrohr 14 angeordnet sind. Die Kanäle 12 münden auf der Einstromseite in einen Raum 15 und auf der Austrittsseite in einen Raum 16.

Das erste Medium wird durch einen Rohrstutzen 17 in den Wärmeübertrager eingeleitet und durch einen Rohrstutzen 18 aus diesem weggeführt.

Das zu behandelnde Medium kann beispielsweise, wie bereits eingangs erwähnt, ein viskoses Öl und das erste Medium z. B. Satteldampf oder Kühlwasser sein.

Wie an vorstehender Stelle erwähnt, zeigen die Fig. 4 bzw. 5 eine gegenüber der in Fig. 1 bzw. 2 abgewandelte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung, wobei der Unterschied darin besteht, dass die Stege 6a bzw. 7a und 7b nicht wie bei Fig. 1 bzw. 2 in einer Ebene liegen, sondern treppenartig gegeneinander versetzt sind.

Da sich im übrigen die beiden Vorrichtungen gleichen, sind

die übereinstimmenden Konstruktionselemente mit den gleichen Bezugsziffern, jedoch mit einem Apostroph versehen, bezeichnet.

Die Erfindung ist nicht auf eine streifenförmige Ausbildung der Stege beschränkt, sondern die Stege 6a bzw. 7a können beispielsweise, wie in den Fig. 6a–6b schematisch dargestellt ist, z. B. ein V- oder U-Profil oder ein bogenförmiges Profil aufweisen (vgl. 6a'–6a''' bzw. 7a'–7a''' in Fig. 6a–6c). Ferner können die Stege auch eine schräge Lage bezüglich der Strömungsrich-

tung des Mediums einnehmen (vgl. 6a'' bzw. 7a'' in Fig. 6d). Die Strömungsrichtung ist in allen Fig. 6a–6d durch Pfeile angegeben. Grundsätzlich kann die Strömung auch in der umgekehrten Richtung verlaufen.

5 Schliesslich können die Stege auch nicht mit glatten Oberflächen ausgeführt sein, sondern z. B. strukturierte Oberflächen, z. B. Rillen oder eine Besandung aufweisen, um an den Oberflächen Turbulenzen zu erzeugen und dadurch eine bessere Temperaturhomogenisierung herbeiführen.

